

**Zeitschrift:** Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 6 (1858-1861)  
**Heft:** 47

**Artikel:** Mémoire pour servir à l'hypsométrie du bassin du Léman  
**Autor:** Michel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-252643>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.03.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## MÉMOIRE POUR SERVIR A L'HYPSONÉTRIE DU BASSIN DU LÉMAN.

Par M. **Michel**, ingénieur des ponts et chaussées.

(Séance du 16 novembre 1859.)

Le réseau du chemin de fer de l'Ouest embrasse les diverses portions du territoire du canton de Vaud et en relie les extrémités par une ligne continue. Les altitudes des points remarquables de son parcours seront dans l'avenir la base la plus naturelle pour toutes les opérations topographiques que l'on voudra entreprendre dans le canton, opérations qui se trouveront reliées immédiatement au moyen des hauteurs des points de départ au-dessus d'un même plan de comparaison.

Il m'a paru essentiel que la Société vaudoise des sciences naturelles pût conserver la trace de l'établissement de ce plan de comparaison ainsi que des procédés qui ont servi à le déterminer. Si nous voulons qu'il soit adopté à l'avenir il faut justifier sa valeur scientifique ; et d'ailleurs la confiance à donner à nos nivellements pour fixer des repères topographiques doit reposer sur la connaissance exacte des principes qui nous ont guidés dans le choix du plan de comparaison. Il faut enfin qu'on puisse toujours le retrouver et le vérifier. Tels sont les motifs qui m'ont engagé à présenter cet exposé historique des opérations faites sur les bords du lac Léman pour le nivellement du chemin de fer de l'Ouest et à l'accompagner d'un tableau donnant l'altitude de différents points du réseau.

Au mois de mars 1856, je fus chargé sous les ordres de M. Lallanne, ingénieur en chef des ponts et chaussées de France, de l'étude définitive du tracé du chemin de fer entre Morges et la frontière du canton de Genève.

Une des premières questions qui se présentaient pour la direction à donner aux opérations sur le terrain, était l'établissement de repères faciles à retrouver et du plan de comparaison, destiné à les relier.

Il nous sembla que nous devions adopter, si possible, un plan de comparaison basé sur des données scientifiques rigoureuses, ne laissant aucun prétexte à des changements ultérieurs.

En France, comme dans les pays voisins de l'Océan, les altitudes sont en général rapportées au niveau moyen de la mer, déterminé par la moyenne de toutes les hautes et basses mers d'un certain nombre d'années.

Sur les bords du Léman il nous était impossible de nous rattacher d'une manière certaine au niveau de la mer, la surface du lac était au contraire un point de départ naturel, un repère constant, au moyen duquel toutes les opérations faites à des distances assez grandes les unes des autres pouvaient se vérifier à un moment donné sans difficulté. Il faut admettre pour cela que la dénivellation des eaux du lac par un temps calme est nulle dans sa région moyenne.

Les résultats obtenus soit au Bouveret, soit à Genève, au voisinage de l'entrée ou de la sortie du Rhône, pourraient être contestés,

mais nous avons posé en principe que le niveau des eaux du lac, pris au même moment et par un temps calme, à Villeneuve, à Ouchy, à Morges, à Rolle, à Nyon et à Coppet, était à une hauteur constante au-dessus du niveau de la mer.

Le moyen de vérification pour les nivellements le long du lac était donc trouvé, il devait être rapide et économique et nous en avons profité : mais ce n'était pas tout, il fallait aussi rapporter les nivellements à un niveau normal, indépendant des variations continuelles de la hauteur des eaux du lac, hauteur qui change suivant les saisons, suivant les circonstances météorologiques.

Nous aurions pu prendre comme plan de comparaison le niveau du lac à un jour donné ; mais quelle valeur scientifique aurait eu une base déterminée d'une manière aussi arbitraire ? Nous avons choisi pour base le niveau moyen du lac, résultant de la moyenne des hauteurs pour un certain nombre d'années ; nos opérations avaient ainsi un point de départ aussi rigoureux que celles qui sont rattachées au niveau de la mer.

Mais l'établissement de ce plan de comparaison ne peut se faire sans des données d'observations, accumulées depuis des années, discutées et analysées avec soin. Nous avons heureusement trouvé le travail tout fait par M. le capitaine Burnier.

C'est à lui que nous devons d'avoir évité toute incertitude dans le choix de notre plan de comparaison, et c'est à lui que nous devons de pouvoir présenter avec une entière confiance les résultats auxquels nous sommes arrivés.

Le bulletin n° 34 de la Société vaudoise des sciences naturelles (année 1854) renferme un tableau des hautes et basses eaux du lac Léman. Les chiffres discutés très-judicieusement par M. Burnier pour une période de 16 années lui ont permis de déterminer le niveau moyen annuel du lac par rapport à un repère qu'il avait choisi à Morges.

Au moment où nous avons commencé nos opérations, M. Burnier a bien voulu nous désigner son repère de Morges en nous donnant sa hauteur par rapport au niveau moyen du lac, déterminé comme il vient d'être dit. Ce niveau fut adopté comme le plan de comparaison auquel seraient rapportés tous les nivellements du réseau de l'Ouest, à l'avenir, car celui qui avait servi aux ingénieurs anglais en 1853 était de 0<sup>m</sup>112 plus bas.

Pour établir les repères nécessaires à la construction de la ligne Morges-Versoir j'ai fait observer pendant trois jours de suite la hauteur du lac, à la même heure, à Morges, à Rolle, à Nyon et à Coppet. Des repères fixes au voisinage du lieu d'observation étaient immédiatement rattachés au niveau du lac par un nivellement.

Chaque opérateur me transmet la différence de niveau entre son repère et la surface du lac au moment de l'opération. A Morges les repères choisis étaient ceux de M. Burnier. Il était donc facile de déterminer la hauteur du lac ce jour-là par rapport au niveau moyen

et par suite l'altitude de chacun des repères par rapport au plan de comparaison.

Ce travail fut vérifié par de nouvelles observations, à quelque temps de là, et la moyenne des résultats fut appliquée à chaque repère, pris pour point de départ des opérations de nivellement. Nous avons pu ainsi niveler la ligne de Morges à Versoix très-rapidement, en commençant dans les trois sections à la fois; les opérations se sont raccordées avec des différences de 0<sup>m</sup>.02 à 0<sup>m</sup>.77.

Plus tard, quand il s'agit des études de la ligne de Villeneuve à Bex, les repères furent établis encore par des observations simultanées à Morges et à Villeneuve: enfin en 1857 le niveau des rails à la gare de Lausanne fut rattaché à un repère déterminé de la même manière, à Ouchy.

Les nivellements faits sur le terrain entre ces repères se sont trouvés parfaitement d'accord: les opérateurs partant l'un de Lausanne, l'autre de Villeneuve se sont rencontrés à Vevey avec une différence de 0<sup>m</sup>03. Dans l'intervalle j'ai fait rattacher à Lutry le nivellement avec un repère désigné par M. Burnier dans le n° 34 du bulletin de la Société (trait n° 8 de l'échelle gravée sur une colonne maçonnée dans le mur du quai).

L'altitude donnée par M. Burnier comme résultat de dix-huit opérations faites simultanément à Morges et à Lutry est de 1<sup>m</sup>24. D'après notre nivellement elle est de 1,228. Différence 0,012.

On peut juger par ce qui précède de la valeur qu'on doit accorder au plan de comparaison adopté par la Compagnie de l'Ouest et du degré de confiance que peuvent inspirer ses nivellements. Aussi croyons-nous rendre service à ceux qui seront appelés à faire des opérations topographiques dans le canton et qui voudront se rattacher à un niveau constant des eaux du lac, en joignant à cette note un tableau des altitudes des différents points du réseau du chemin de fer de l'Ouest et des repères qui ont été déterminés dans le voisinage.

| Désignation des repères.                                            | Hauteur au-dessus<br>du niveau moyen<br>du lac. | Observations.                                                          |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1. Plaque de cuivre sur la pierre à Niton, à Genève.                | 1.69                                            | Bulletin de la Société, n° 34.                                         |
| 2. Socle, à l'angle de la douane de Morges, près la descente d'eau. | 2.237                                           | Ces deux repères ont été donnés par M. Burnier comme points de départ. |
| 3. Montant de la porte d'entrée du jardin de M. Martin, à Morges.   | 2.154                                           |                                                                        |
| 3 bis. Repère sur le quai de Lutry.                                 | 1.24                                            | Donné par M. Burnier.                                                  |
| 4. Sommet des bornes à la limite des communes de Mies               |                                                 | Ces bornes définissent le raccordement au plan                         |

| Désignation des repères.                                                                                    | Hauteur au-dessus<br>du niveau moyen<br>du lac. | Observations.                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| et de Versoix :                                                                                             |                                                 | et en profil en long, avec                                                                                                                        |
| talus amont                                                                                                 | 26.81                                           | la ligne Genève-Versoix.                                                                                                                          |
| talus aval                                                                                                  | 26.64                                           |                                                                                                                                                   |
| 5. Station de Coppet.                                                                                       | 21.60                                           | Dans toutes les stations<br>le niveau désigné est le<br>dessus du rail au voisinage<br>du bâtiment des voyageurs.<br>Les stations sont en palier. |
| 6. Station de Nyon.                                                                                         | 33.74                                           | Devant le bâtiment des<br>voyageurs.                                                                                                              |
| 7. Station de Gland.                                                                                        | 43.10                                           |                                                                                                                                                   |
| 8. Dessus du parapet du viaduc<br>de Beaulieu (à l'extrémité, côté<br>de Rolle).                            | 49.90                                           | Le viaduc est en pente<br>de 0.01.                                                                                                                |
| 9. Station de Rolle.                                                                                        | 30.10                                           |                                                                                                                                                   |
| 10. Station d'Allaman.                                                                                      | 49.80                                           |                                                                                                                                                   |
| 11. Parapets du viaduc de l'Au-<br>bonne.                                                                   | 46.50                                           | Le viaduc est en palier.                                                                                                                          |
| 12. Milieu du parapet de la tête<br>amont au pont du ruisseau<br>des Riaux (route de Lausanne<br>à Genève). | 31.210                                          | Ce repère a servi pen-<br>dant la construction du<br>chemin de fer.                                                                               |
| 13. Arrêt de S <sup>t</sup> Prex.                                                                           | 23.10                                           |                                                                                                                                                   |
| 14. Gare de Morges.                                                                                         | 9.50                                            |                                                                                                                                                   |
| 15. Passage à niveau de la route<br>de Morges à Cossonay.                                                   | 8.00                                            |                                                                                                                                                   |
| 16. Bordure du quai de Morges<br>à droite de la voie de raccor-<br>dement.                                  | 1.30                                            |                                                                                                                                                   |
| 17. Gare de Lausanne.                                                                                       | 75.178                                          | Le repère actuel sur la<br>bordure de la plaque tour-<br>nante est 75.078.                                                                        |
| 18. Dessus du parapet du pont<br>du Trabandant.                                                             | 60.590                                          | Repère pour les tra-<br>vaux.                                                                                                                     |
| 19. Dessus de la 2 <sup>e</sup> marche d'es-<br>calier de l'ancienne maison<br>de tir à Pully.              | 55.89                                           | Idem.                                                                                                                                             |
| 20. Niveau des rails à l'entrée<br>du viaduc de la Paudèze.                                                 | 44.86                                           | Le viaduc a 180 <sup>m</sup> de<br>longueur, les culées com-<br>prises.                                                                           |
| Id. à la sortie.                                                                                            | 43.06                                           | La pente est de 0 <sup>m</sup> 01.                                                                                                                |

| Désignation des repères.                                                                    | Hauteur au-dessus<br>du niveau moyen<br>du lac. | Observations.                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21. Station de Lutry.                                                                       | 30.45                                           |                                                                                             |
| 22. Niveau des rails sur le palier compris entre le ruisseau de Villette et l'Eglise.       | 43.95                                           | Ce palier a 100 <sup>m</sup> le long de la déviation de la route de S <sup>t</sup> Maurice. |
| 23. Station de Cully.                                                                       | 19.45                                           |                                                                                             |
| 24. Parapet aval du ponteau de la Geryne sur la route de Saint-Maurice à l'entrée de Cully. | 6.136                                           | Repère pour les travaux.                                                                    |
| 25. Dessus du bouteroue gauche, à l'entrée de la maison Buttica, à Treytorrens.             | 14.434                                          | Idem.                                                                                       |
| 26. Milieu du parapet aval du pont de la route, sous la cascade de Rivaz.                   | 12.064                                          | Idem.                                                                                       |
| 27. Station de Rivaz.                                                                       | 4.95                                            |                                                                                             |
| 28. Milieu du parapet du pont de Vevey (tête aval).                                         | 12.332                                          | Idem.                                                                                       |
| 29. Station de Clarens.                                                                     | 27.60                                           |                                                                                             |
| 30. Station de Montreux.                                                                    | 23.30                                           |                                                                                             |
| 31. Station de Villeneuve.                                                                  | 2.90                                            |                                                                                             |
| 32. Station de Roche.                                                                       | 7.90                                            |                                                                                             |
| 33. Station d'Aigle.                                                                        | 32.10                                           |                                                                                             |
| 34. Station de S <sup>t</sup> Triphon.                                                      | 18.70                                           |                                                                                             |
| 35. Gare de Bex.                                                                            | 39.00                                           |                                                                                             |
| 36. Sur une dalle à l'angle N.-O., à la station d'Eclépens.                                 | 83.137                                          |                                                                                             |
| 37. Angle S.-E. du socle du hangar aux marchandises à la station de Chavornay.              | 75.382                                          |                                                                                             |
| 38. Repère de la douane d'Yverdon.                                                          | 61.60                                           | Ce repère correspond au niveau des hautes eaux de 1856.                                     |
| 39. Niveau des rails à la station d'Yverdon et sur le pont de la Thièle.                    | 62.90                                           |                                                                                             |
| 40. Palier de la station de Grandson.                                                       | 63.60                                           | Le palier commence au ruisseau du pont neuf et va jusqu'au delà du ruisseau des Planches.   |



| Désignation des repères.                                    | Hauteur au-dessus<br>du niveau moyen<br>du lac. | Observations.                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 41. Arrêt de Bonvillars. (Palier<br>de 1800 <sup>m</sup> .) | 63.60                                           | Le palier comprend la<br>traversée de Bonvillars et<br>une partie de la commune<br>d'Onnens.                                   |
| 42. Station de Concise. (Palier<br>de 2379 <sup>m</sup> .)  | 63.00                                           | Le palier s'étend depuis<br>le commencement de la<br>commune de Concise, du<br>côté d'Yverdon, jusqu'au<br>torrent de la Diaz. |

Le régime du lac de Neuchâtel est connu par une longue série d'observations. D'après les renseignements recueillis par M. l'ingénieur Arnoux, le niveau des eaux moyennes du lac de Neuchâtel est de 60<sup>m</sup>.12 au-dessus du niveau moyen du lac de Genève. Le niveau des basses eaux de 1858 et 1859 est à 59<sup>m</sup>.22, et le niveau des hautes eaux de 1856 à 61<sup>m</sup>.60. La dénivellation est donc 2<sup>m</sup>.38.

Les cartes de l'Etat-major fédéral portent pour le lac de Genève l'altitude 375<sup>m</sup> et pour le lac de Neuchâtel 435<sup>m</sup>. La différence de niveau serait donc 60<sup>m</sup>. Mais nous ne savons à quelle hauteur des eaux du lac de Neuchâtel se rapportent les cotes inscrites. Quant au chiffre 60<sup>m</sup>.12 il représente la différence de niveau des lacs, non pas à un moment donné, mais bien la différence de niveau entre la moyenne des hauteurs observées pendant une certaine période (1817 à 1856 pour le lac de Neuchâtel; 1838 à 1853 pour le lac de Genève). Nous insistons sur ces détails pour qu'on puisse bien apprécier les résultats que nous présentons. Les repères que nous avons indiqués permettront d'ailleurs toujours de rattacher les observations faites isolément sur les deux lacs.

*Hauteur du lac de Genève au-dessus du niveau de la mer d'après le colonel Filhon.* — La question de la hauteur du niveau du lac par rapport au niveau de la mer n'a pas été suffisamment élucidée jusqu'à présent, faute de détails précis sur les points de départ et d'arrivée. Il ne sera pas sans intérêt de réunir ici les renseignements que nous avons été à même de recueillir.

Voici d'après les documents publiés dans la Bibliothèque universelle de Genève comment a été déterminée la hauteur du lac que nous trouvons inscrite sur toutes les cartes 375<sup>m</sup>, au-dessus du niveau de la mer. (V. Biblioth. universelle de Genève, sciences et arts, années 1832 et 1833, tomes 51 et 52.)

Les officiers d'Etat-major, chargés de l'exécution de la carte topographique de la France, sont partis du niveau moyen de l'Océan. Les observations ont été faites par M. le colonel Corabeuf à Noirmoutiers. Les opérations géodésiques l'ont amené jusqu'au repère placé sur le sommet de la Dôle, dont l'altitude serait d'après lui 1680<sup>m</sup>.85.

Plus tard, en 1829, M. le colonel Filhon partit de repères déterminés par lui à Genève et trouva entre la plaque de bronze de la pierre à Niton et le sommet de la Dôle une différence de 1304<sup>m</sup>.21.

Par déduction on en conclut que la hauteur du repère de la pierre à Niton au-dessus du niveau moyen de l'Océan est de 376<sup>m</sup>.64.

Le colonel Filhon avait pris pour plan de comparaison le niveau moyen du Rhône (demi-différence entre les hautes eaux et les basses eaux moyennes, au pont de la machine hydraulique de Genève), et donné à la pierre à Niton l'altitude de 1<sup>m</sup>.725. M. Dufour a comparé le niveau du Rhône à celui du lac au moment des basses eaux moyennes et des hautes eaux moyennes, il en a conclu une pente moyenne de 0.115, ce qui plaçait la plaque de la pierre à Niton à 1.725—0.115=1.61 au-dessus du niveau moyen du lac et par conséquent le niveau moyen lui-même à l'altitude 375.03 au-dessus de la mer, et on a admis généralement l'altitude 375<sup>m</sup> pour le niveau moyen du lac au-dessus du niveau de la mer.

Nous ferons observer que ce niveau qui est la moyenne entre les hautes et basses eaux moyennes n'est pas aussi satisfaisant au point de vue de la méthode, que celui de M. Burnier qui prend la moyenne de toutes les hauteurs observées. D'ailleurs sa détermination suppose que la pente du lac entre la pierre à Niton et la machine hydraulique est la moyenne des pentes au moment des hautes et au moment des basses eaux; sans doute on ne s'éloigne pas sensiblement de la vérité mais ce n'est pas une détermination rigoureuse.

Résumons-nous: l'altitude 375<sup>m</sup>, portée sur les cartes de la Suisse, pour la hauteur du lac au-dessus du niveau de la mer, est à 0<sup>m</sup>03 près le résultat de deux opérations géodésiques distinctes, l'une donnant la hauteur de la Dôle au-dessus du niveau moyen de l'Océan à Noirmoutiers et l'autre donnant la hauteur de la Dôle au-dessus du niveau moyen du lac, calculé sur la moyenne des hautes eaux et des basses eaux du Rhône, au rhodanomètre de la machine hydraulique de Genève.

Ce niveau est à 1<sup>m</sup>61 au-dessous du repère de la pierre à Niton, et son altitude géodésique à 375<sup>m</sup>03.

Le niveau moyen, déterminé par M. Burnier, est à 1<sup>m</sup>69 au-dessous du même repère, et son altitude géodésique à 374<sup>m</sup>95.

*Hauteur du lac de Genève au-dessus de la mer d'après les nivellements de M. Bourdaloue.* — Tel est l'historique des tentatives faites jusqu'en 1854 pour déterminer le niveau du lac de Genève et le rattacher au niveau de la mer. Depuis ce temps deux opérations importantes ont été faites comme nivellement, l'une par les ingénieurs du chemin de fer de Lyon à Genève, l'autre par M. Bourdaloue sur la demande de M. Kleitz, ingénieur en chef du service spécial de la navigation du Rhône.

Les ingénieurs du chemin de fer de Lyon à Genève, après avoir successivement opéré sur les différentes sections de la ligne, ont rattaché leurs opérations au même plan de comparaison, le niveau de la



mer; leur repère était le zéro de l'échelle du pont de Tilsitt sur la Saône, à Lyon.

On voit dans le mémoire de MM. Plantamour et Burnier, sur le nivellement du Grand S<sup>t</sup> Bernard (Bibliothèque universelle de Genève 1855), que la hauteur du niveau moyen du lac serait, d'après M. Schlemmer, ingénieur du chemin de fer de Lyon à Genève, 375.38, au lieu de 375<sup>m</sup> (il s'agit du niveau moyen admis par le général Dufour, d'après le colonel Filhon). Le repère de la pierre à Niton serait donc, d'après M. Schlemmer, à 376.99 au-dessus de la mer.

Les nivellements de M. Bourdaloue, partant du même repère à Lyon que ceux du chemin de fer, arrivent à Genève avec une différence de 0.27, très-admissible sur une aussi grande ligne où plusieurs opérateurs doivent se raccorder. Le nom de M. Bourdaloue est européen; il est actuellement chargé du nivellement général de la France et les opérations faites sous sa direction doivent inspirer la plus grande confiance. Elles ont d'ailleurs été faites dans un but spécial et par les chemins les plus faciles. Elles ne doivent pas comporter une erreur de plus de 0<sup>m</sup>,05. Nous n'hésitons donc pas à donner la préférence aux résultats annoncés par M. Bourdaloue et ce sont les seuls que nous allons discuter.

M. Bourdaloue est parti, à Marseille, du zéro admis pour plan de comparaison sur tout le littoral de la Méditerranée, c'est le niveau des basses mers ordinaires. Il est de 0<sup>m</sup>,10 au-dessus des plus basses mers connues, de 0<sup>m</sup>,40 au-dessous du niveau moyen et enfin de 1<sup>m</sup>,00 au-dessous des hautes mers.

Ce zéro est repéré à l'échelle en marbre des marées, placée à l'entrée du canal des bassins de radoub, près de l'intendance sanitaire, dans l'ancien port de Marseille.

En passant à Lyon, M. Bourdaloue se rattache au repère du pont de Tilsitt, dont l'altitude au-dessus de l'Océan est marquée 163<sup>m</sup>, sur la carte de l'Etat-major. Il arrive à une altitude différente sur laquelle nous reviendrons plus loin. Mais si on admet le zéro de l'échelle du pont de Tilsitt comme point de départ on trouve par le nivellement direct que la plaque de la pierre à Niton est à 213.733 au-dessus du repère de Lyon, soit 376.733 au-dessus du niveau de l'Océan, à Noirmoutiers.

D'autre part nous avons vu que le nivellement géodésique donne 376.64, la différence est donc de 0<sup>m</sup>.093.

Un pareil résultat est une admirable confirmation de l'exactitude des opérations faites par des procédés si différents.

Nous pensons qu'il serait à propos de prendre la moyenne comme étant une expression plus approchée de la vérité et de donner au repère de la pierre à Niton la cote 376<sup>m</sup>.69 au-dessus du niveau de l'Océan.

Si nous rappelons ici que le niveau moyen du lac, déterminé par M. Burnier est 1<sup>m</sup>.69 au-dessous de la plaque de la pierre à Niton, nous pourrions dire que la cote 375<sup>m</sup>, inscrite sur toutes les cartes,

est exactement la hauteur au-dessus du niveau moyen de l'Océan, du niveau moyen du lac tel que nous l'avons défini et tel qu'on devra le définir à l'avenir. Mais cela suppose que le point de départ, donné par la carte de l'Etat-major de France, est exact.

Nous ne sommes pas à même de discuter la valeur de l'altitude de 163<sup>m</sup>00, admise pour le zéro de l'échelle du pont de Tilsitt. Les cartes de Suisse doivent d'ailleurs se rattacher comme topographie au plan de comparaison adopté en France; nous avons vu que les altitudes des repères qui ont servi de point de départ au général Dufour sont, à 0.093 près, conformes à celles données par le nivellement direct depuis Lyon, on doit donc les considérer comme suffisamment exactes et continuer à admettre 375<sup>m</sup>,00 comme niveau moyen du lac de Genève au-dessus de l'Océan.

Quant au niveau moyen du lac de Neuchâtel, il sera 435<sup>m</sup>.12 d'après ce que nous avons vu plus haut.

*Différence de niveau entre les plans de comparaison partant de la Méditerranée.* — Nous avons dit que M. Bourdaloue, en partant de Marseille, trouve pour le repère de Lyon une altitude autre que celle de la carte de l'Etat-major.

Nous allons reprendre son travail pour indiquer quelle est la hauteur du niveau du lac de Genève au-dessus du zéro de Marseille.

La Suisse est plus près de la Méditerranée que de l'Océan. Une portion de son territoire fait partie du bassin du Rhône par où s'écoulent les eaux de ses glaciers, il est donc assez important que l'on connaisse exactement les hauteurs des différents points de la Suisse au-dessus du niveau de la Méditerranée.

M. Bourdaloue trouve que le repère du pont de Tilsitt à Lyon est à 160<sup>m</sup>,783 au-dessus du zéro du port de Marseille, la différence est donc de 2<sup>m</sup>217 avec l'altitude donnée par les cartes topographiques.

Si l'on admet l'exactitude des opérations des officiers de l'Etat-major en France, le niveau moyen de l'Océan à Noirmoutiers serait de 2<sup>m</sup>,217 au-dessous du zéro du port de Marseille.

Cette différence de 2<sup>m</sup>,217 doit se retrouver sur les repères de Genève, et l'altitude de la pierre à Niton est 374<sup>m</sup>,516, au lieu de 376<sup>m</sup>,733. On en conclut *que le niveau moyen du lac de Genève est à 372<sup>m</sup>,83 au-dessus du zéro du port de Marseille et que le niveau du lac de Neuchâtel est à 432<sup>m</sup>,95.*

Nous terminerons ce travail en donnant un tableau, résumant les chiffres importants consignés dans cette note. Il sera facile de transformer les altitudes du tableau des repères que nous avons données plus haut, en altitudes prises soit au-dessus du niveau de l'Océan, soit au-dessus du niveau de la Méditerranée.

TABLEAU COMPARATIF  
des  
**HAUTEURS DES REPÈRES PRINCIPAUX**  
par rapport aux trois plans de comparaison.

| DÉSIGNATION<br>des<br><b>repères principaux.</b>                                    | Hauteurs au-<br>dessus du ni-<br>veau moyen du<br>lac de Genève. | Hauteurs au-<br>dessus du plan<br>de comparaison<br>de la carte de<br>l'Etat-major de<br>France. | Hauteurs au-<br>dessus du zéro<br>du port de Mar-<br>seille. Niveau<br>des basses eaux<br>de la<br>Méditerranée. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zéro de l'échelle du port de<br>Marseille . . . . .                                 |                                                                  | 2.217                                                                                            | 0.00                                                                                                             |
| Zéro de l'échelle du pont de<br>Tilsitt à Lyon . . . . .                            |                                                                  | 163.00                                                                                           | 160.783                                                                                                          |
| Niveau moyen du lac de Ge-<br>nève . . . . .                                        | 0.00                                                             | 375.00                                                                                           | 372.830                                                                                                          |
| Plaque de bronze de la pierre<br>à Niton de Genève . . . . .                        | 1.69                                                             | 376.69                                                                                           | 374.516                                                                                                          |
| Zéro du baromètre de l'obser-<br>vatoire de Genève (pointe d'i-<br>voire) . . . . . | 33.045                                                           | 408.045                                                                                          | 405.871                                                                                                          |
| Niveau des rails à la gare de<br>Genève . . . . .                                   | 19.225                                                           | 394.225                                                                                          | 392.051                                                                                                          |
| Niveau des rails à la gare de<br>Morges . . . . .                                   | 9.50                                                             | 384.50                                                                                           | 372.330                                                                                                          |
| Niveau des rails à la gare de<br>Lausanne . . . . .                                 | 75.18                                                            | 450.18                                                                                           | 448.01                                                                                                           |
| Niveau des rails à la gare de<br>Bex . . . . .                                      | 39.00                                                            | 414.00                                                                                           | 411.830                                                                                                          |
| Niveau des rails à la gare d'Y-<br>verdon . . . . .                                 | 62.90                                                            | 437.90                                                                                           | 435.730                                                                                                          |
| Niveau moyen du lac de Neu-<br>châtel . . . . .                                     | 60.12                                                            | 435.12                                                                                           | 432.95                                                                                                           |

NB. La hauteur des rails à la gare de Genève au-dessus de la Méditerranée, 392<sup>m</sup>.051, a été déterminée par M. Bourdaloue; on en a conclu les nombres des deux premières colonnes. C'est le niveau des rails sur le pont de la route de Paris.  
(Burnier.)

## Notes de M. F. Burnier.

1° *Sur le nivellement géodésique de la France.* — La principale source à consulter est l'ouvrage intitulé : *Nouvelle description géométrique de la France*, ou précis des opérations et des résultats numériques qui servent de fondement à la nouvelle carte publiée par le Dépôt de la guerre, 3 vol. in-4° ; les deux premiers volumes, publiés en 1832 et 1840 par le colonel Puissant ; le troisième, publié en 1853 par le colonel Peytier.

Le canevas général de la triangulation de la France se compose de trois chaînes de triangles dans le sens des méridiens et de six chaînes dans le sens des parallèles, de manière à décomposer toute la surface de ce pays en grands quadrilatères ; ces quadrilatères sont ensuite couverts de triangles du premier ordre, s'appuyant sur les chaînes principales. En ce qui concerne le bassin du Léman, il y a la méridienne de Sedan, triangulée par M. Delcros ; le parallèle moyen par Brousseau et le parallèle de Bourges, par Corabœuf. Cette dernière chaîne fait à son extrémité orientale un crochet au Sud par Pontarlier jusqu'à la Dôle. Les triangles de l'intérieur du quadrilatère dont les sommets sont à peu près Beaune, Pontarlier, Genève et Lyon, ont été mesurés par M. Filhon ; ces observateurs étaient tous officiers supérieurs au corps d'Etat-major. M. Corabœuf observait pendant les années 1822, 1823 et 1824 la partie de son parallèle, comprise entre Bourges et le Jura. M. Filhon observait en 1827, 1828 et 1829. Ce sont ces travaux géodésiques dont les résultats sont donnés dans le mémoire de M. Michel. — Voir *Bibliothèque universelle, sciences et arts*, 1832 et 1833, tomes 51 et 52. — Voir aussi *Notice sur les altitudes du Mont-Blanc et du Mont-Rose*, par le commandant Delcros, insérée dans l'*Annuaire météorologique de la France*, 3<sup>e</sup> année, 1851.

Ces divers ouvrages ne sont pas parfaitement d'accord sur les altitudes des points de repère à Genève. Les nombres de la nouvelle description géométrique de la France nous paraissent devoir être préférés. — Nous les prenons dans une lettre due à l'obligeance de M. Laussedat, capitaine du génie, professeur de géodésie à l'école polytechnique, et que nous sommes heureux de pouvoir transcrire ici :

« Voici le résultat des recherches que j'ai faites dans la nouvelle description géométrique de la France, dans les *tableaux des positions géographiques* qui accompagnent les livraisons de la carte de France ; enfin au Dépôt de la guerre même.

» 1° Le zéro de l'échelle du pont de Tilsitt sur la Saône, à Lyon, n'est pas un point trigonométrique de la carte de France. Son altitude 163<sup>m</sup>, marquée sur la feuille de Lyon, n'a donc pas été déterminée directement, mais déduite sans doute de celle de l'hôpital de Lyon, qui n'est pas un point du premier ordre. Or pour les points du premier ordre eux-mêmes on est *rarement* sûr de leur altitude à



moins de 1<sup>m</sup> près. Pour le 2<sup>e</sup> et le 3<sup>e</sup> ordre l'incertitude s'élève à 2, 3, 4 et 5 mètres. Dès lors à quoi bon les décimales ?

» 2<sup>o</sup> L'altitude de la Dôle est de 1680<sup>m</sup>85 d'après le nivellement effectué sur le parallèle de Bourges par le colonel Corabœuf, c'est-à-dire par l'un des meilleurs observateurs connus. La détermination de cette altitude a été faite dans des conditions spéciales d'exactitude pour arriver à avoir la hauteur absolue du lac de Genève au-dessus de l'Océan. On a trouvé par suite pour cette hauteur absolue du lac de Genève 374<sup>m</sup>91, niveau des eaux moyennes de la sortie du Rhône.

» 3<sup>o</sup> L'altitude de la plus haute des pierres à Niton est de 377<sup>m</sup>16

Celle de la plus basse de . . . . . 376<sup>m</sup>55

» Il est très probable que ce nombre se rapporte à la plaque de bronze, scellée dans cette pierre, mais je n'ai pas pu m'en assurer.

» Voici encore quelques altitudes relatives à Genève; elles sont toutes déduites de la belle opération du colonel Corabœuf et méritent la plus grande confiance. J'ai souligné plus haut le mot *rarement*, mais j'oserais affirmer que le nivellement du parallèle de Bourges se trouve effectivement appartenir aux cas rares, et par suite tout ce qui se rapporte à Genève est exceptionnellement exact.

|                                                                       | Hauteur au-dessus<br>du lac. | Altitude. |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------|
| Tour du réservoir de la machine hydraulique,<br>(sol), pavé . . . . . | 1 <sup>m</sup> .85           | 376.76    |
| Tour de la cloche d'argent de S <sup>t</sup> Pierre, (sol)            | 31 <sup>m</sup> .00          | 405.91    |
| Ancien observatoire de Genève (sol) . . . .                           | 29 <sup>m</sup> .54          | 404.45    |

» Les eaux moyennes du lac de Genève ont été observées à la sortie du Rhône, au-dessus du plancher du courrier qui marque le fond de ce fleuve, et sous l'index fixe du flotteur de la machine hydraulique. C'est ce fond durable qui a été pris pour plan de comparaison des plus hautes et des plus basses eaux annuelles, observées de 1806 à 1828 inclusivement. (Extrait de la nouvelle description géométrique de la France, tome 2, page 308). »

2<sup>o</sup> *Sur le nivellement général de la France.* — On peut se faire une idée de cette entreprise en lisant la circulaire adressée aux préfets le 16 août 1858, par le ministre de l'agriculture et des travaux publics. (*Annales des ponts et chaussées*, tome VIII, lois et ordonnances de 1858). En voici un extrait :

Le nivellement général de la France est essentiellement destiné :

1<sup>o</sup> A fixer, pour les divers services, un seul plan horizontal de comparaison.

2<sup>o</sup> A procurer sur le sol de nombreux points de repère, lesquels, bien entendu, seront rapportés à ce plan unique.

3<sup>o</sup> A accuser sur les copies des minutes des cartes de l'état-major à l'échelle de  $\frac{1}{40000}$  le relief exact du terrain, le tout en prenant



pour type le travail déjà exécuté par M. Bourdaloue pour le département du Cher.

Ce nivellement doit se composer de deux parties distinctes. La première consiste dans un nivellement de haute précision, comprenant un réseau de 10000 kilomètres environ, sur les principaux fleuves, les chemins de fer, etc. Sur ces lignes de bases seront placées des bornes-repères en fonte, 1 ou 2 par 2 kilomètres. Ce premier nivellement servira à déterminer le plan unique de comparaison et de départ pour les nivellements partiels des départements. Chaque département est appelé à concourir pour la moitié des dépenses sur son territoire, mais pour le nivellement partiel ou la seconde partie du nivellement général seulement; ce concours est évalué à 40000 francs.

La carte de l'état-major ne remplit pas le but qu'on se propose d'atteindre; les altitudes qui y sont inscrites sont en trop petit nombre et n'ont pas été déterminées avec assez de précision. La nouvelle carte qu'on se propose de publier au 40 millième servira aux avant-projets des travaux publics. Il y aura en outre, pour chaque département, trois volumes de texte donnant la description et l'altitude des repères. Cette carte sera pour le relief du sol ce qu'est le cadastre pour la superficie. Les projets qui s'exécuteront se relieront à des repères du nivellement général, seront rapportés au plan unique de comparaison et serviront eux-mêmes à étendre l'opération toute entière.

Les repères se composent de trois parties : une pierre; le repère proprement dit, en fonte, scellé dans la pierre; une plaque se vissant sur le repère et portant l'altitude au-dessus du plan unique de comparaison.

---

Dans le corps du génie le nivellement de lever de chaque place forte ou position militaire était rapporté à une surface particulière de niveau, passant *au-dessus* de tout le terrain, à une distance déterminée arbitrairement, à *côte ronde*, au-dessus d'un point fixe pris pour point de départ. Mais une décision du ministre de la guerre, en date du 11 septembre 1857, a substitué à ces surfaces de comparaison supérieures, la surface du niveau des mers prolongé, par la pensée, au-dessous des continents.

---

M. Kleitz, ingénieur en chef du service spécial du Rhône à Lyon, a eu la bonté de répondre la lettre suivante à quelques renseignements que je lui demandais.

« La cote du zéro de l'échelle du pont de Tilsitt, déterminée par les opérations géodésiques de la carte de l'état-major français, est bien 163<sup>m</sup>.00, sans décimales. Elle a été adoptée ainsi dans tous les nivellements par le service des ponts et chaussées, avant le nivellement de précision que j'ai fait faire par les soins de M. Bourdaloue entre Marseille et Genève. Du reste les différences de niveau qu'on

déduit des altitudes de l'état-major ne sont pas exactes à un mètre près, lorsqu'on considère deux points un peu éloignés, et M. Bourdaloue a eu souvent occasion de relever des erreurs plus considérables même dans les points de premier et second ordre.

» L'altitude que nous adoptons aujourd'hui pour le zéro du pont de Tilsitt est 160<sup>m</sup>.783. Elle est déterminée par un triple nivellement d'une concordance très satisfaisante, en partant du zéro du port de Marseille. On ne saurait affirmer que la somme des petites erreurs, inévitables dans toute opération de ce genre, ne puisse atteindre 0<sup>m</sup>.20. Mais il est très probable que l'incertitude est inférieure à 0<sup>m</sup>.10.

» L'altitude de la plaque scellée au sommet de la pierre de Niton dans le lac de Genève est, d'après le nivellement Bourdaloue, 374<sup>m</sup>.516.

» Voici celles qui ont été déterminées pour d'autres points à Genève :

|                                                                                           |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Zéro du baromètre de l'observatoire . . . . .                                             | 405 <sup>m</sup> .871 |
| Zéro du limnimètre près de l'hôtel de la Couronne . .                                     | 371 <sup>m</sup> .755 |
| Repère à l'angle Nord-Est de l'hôtel des Bergues (repère III du général Dufour) . . . . . | 375 <sup>m</sup> .891 |
| Sur le socle du pilier Ouest, face Sud, du pont de l'île Jean-Jaques Rousseau . . . . .   | 376 <sup>m</sup> .105 |

» Je vous ferai remarquer que le nivellement Bourdaloue vérifie, à 0<sup>m</sup>.10 près, l'exactitude des opérations géodésiques entre Lyon et Genève, ainsi que le montrent les cotes ci-après :

|                                                         |                             |                       |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| Zéro du pont de Tilsitt {                               | Etat-major . . . . .        | 163 <sup>m</sup> .000 |
|                                                         | nivellement du Rhône . .    | 160 <sup>m</sup> .783 |
|                                                         | Différence ,                | 2 <sup>m</sup> .217   |
| Zéro du limnimètre . . {                                | d'après le général Dufour . | 373 <sup>m</sup> .860 |
|                                                         | nivellement du Rhône . .    | 371 <sup>m</sup> .755 |
|                                                         | Différence ,                | 2 <sup>m</sup> .105   |
| Repère III à l'angle N.E. {<br>de l'hôtel des Bergues { | d'après le général Dufour . | 378 <sup>m</sup> .000 |
|                                                         | nivellement du Rhône . .    | 375 <sup>m</sup> .891 |
|                                                         | Différence ,                | 2 <sup>m</sup> .109   |

3° *Sur le niveau relatif de l'Océan et de la Méditerranée.* — On peut espérer que la question importante du niveau relatif de l'Océan et de la Méditerranée ne tardera pas à être définitivement résolue par les travaux qui s'exécutent pour le nivellement général de la France.

Jusqu'à aujourd'hui les opérations géodésiques servant de fondements à la carte de France paraissaient avoir démontré que la dénivellation est nulle ou, du moins, très faible. Consulter : *Arago, œuvres complètes*, tome IX ; *Voyages scientifiques*, page 61, et *Notice de Delcros*, dans l'annuaire météorologique de la France de 1851, déjà citée.

On verra que Delambre, mesurant la méridienne de Paris, a trouvé une différence de niveau nulle entre les mers à Dunkerque et à Perpignan.

De même, la triangulation de la chaîne des Pyrénées par M. Corabœuf, en 1825, 1826 et 1827, a conduit à ce que la Méditerranée serait plus basse que l'Océan de 0<sup>m</sup>.73, quantité assez petite pour qu'il soit naturel d'admettre l'égalité des niveaux.

M. Delcros était arrivé à des résultats analogues : ainsi la Méditerranée et le Zuydersee, liés par un nivellement de 300 lieues, se sont trouvés de niveau. Ainsi encore, la méridienne de Sedan avait son nivellement rapporté au niveau de la Méditerranée près de Marseille. Cette méridienne était rencontrée par le parallèle de Bourges et par le parallèle moyen, tous deux partant de l'Océan ; la concordance qui s'est manifestée aux points de jonction ne laisse pas supposer une différence de niveau dans les points de départ.

La question analogue est définitivement résolue à l'extrémité orientale de la Méditerranée. Le projet du percement de l'isthme de Suez exigeait un nivellement exact entre la mer Rouge et la Méditerranée. Ce nivellement a été fait et vérifié de manière à ne laisser aucun doute sur l'exactitude du résultat qui est : *que les deux mers sont de niveau.* (*Physique de Pouillet et Figuier*, année scientifique 1856.

---

#### CONTRIBUTIONS A LA FAUNE DE LA SICILE.

##### LÉPIDOPTÈRES.

Par **J. Delaharpe**, docteur.

(Séances du 15 décembre 1858 et du 6 juillet 1859.)

Deux de mes amis, MM. G<sup>l</sup> de Rumine et C.-T. Gaudin, firent dans l'hiver 1857 à 58 un séjour en Sicile. Ils voulurent bien se charger de me procurer quelques lépidoptères de ce pays et j'obtins, en faveur de notre musée cantonal et en deux envois, une fort jolie suite d'espèces, dont plusieurs méritent une mention particulière. Ces insectes, au nombre de 168 espèces, ont été recueillis par les soins de M. D. Reyna, de *Bocca-di-falco*, près Palerme, zélé et intelligent collecteur d'histoire naturelle. Ils appartiennent essentiellement aux microlépidoptères, y compris les Phalénites. Les ordres supérieurs y sont faiblement représentés. L'ensemble de ces papillons frappe au premier abord par la profusion avec laquelle les couleurs pâles et jaunes sont répandues sur eux. Sous ce rapport déjà ils trahissent leur origine méditerranéenne.

Le fait de la prédominance du jaune sur les espèces et les variétés méridionales a déjà été signalé par Treitschke. Cet auteur parlant d'*Eyprepia villica* var. *Konewkai*, fait observer qu'elle peut être citée comme un exemple « de la loi assez générale d'après laquelle, les couleurs deviennent plus claires et spécialement plus jaunes, à